

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04245720  
PUBLICATION DATE : 02-09-92

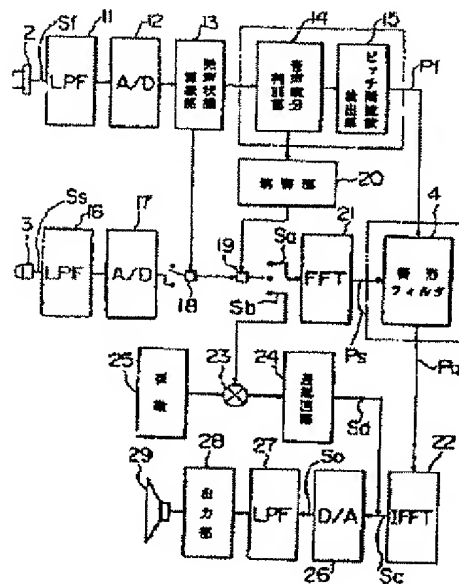
APPLICATION DATE : 30-01-91  
APPLICATION NUMBER : 03031815

APPLICANT : NAGANO JAPAN RADIO CO;

INVENTOR : ARAKI TAKAYUKI;

INT.CL. : H04B 1/10 // G10L 3/02

TITLE : METHOD FOR REDUCING NOISE



ABSTRACT : PURPOSE: To sharply improve the SN ratio and sound quality of speaking voice by a communication system in a high noise environment.

CONSTITUTION: Voice is simultaneously detected by a bone conduction microphone 2 and a normal microphone 3, a voice signal Ss obtained from the microphone 3 is discriminated as a voiced component Sa or a voiceless component Sb and a frequency power spectrum Ps is obtained in each Fourier transformation of the voiced component Sa. On the other hand, the pitch frequency Pf of the voice component is obtained based upon a voice signal Sf obtained from the microphone 2. A frequency component Fe corresponding to the pitch frequency Pf is extracted from the spectrum Ps, the extracted frequency power spectrum Po is processed by inverse Fourier transform e.g. to obtain a voiced processing component Sc and a voiceless processing component Sb obtained by attenuating the component Sb to a prescribed level is added to the component Sc to obtain a voiced processing signal So.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

EP 32747(3)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-245720

(43) 公開日 平成4年(1992)9月2日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 1/10	L	7304-5K		
// G 1 0 L 3/02	3 0 1	8842-5D		

審査請求 未請求 請求項の数9(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-31815

(22) 出願日 平成3年(1991)1月30日

(71) 出願人 000214836

長野日本無線株式会社

長野県長野市大字鶴賀西鶴賀町1463番地

(72) 発明者 荒木 孝幸

長野県長野市大字鶴賀西鶴賀町1463番地

長野日本無線株式会社内

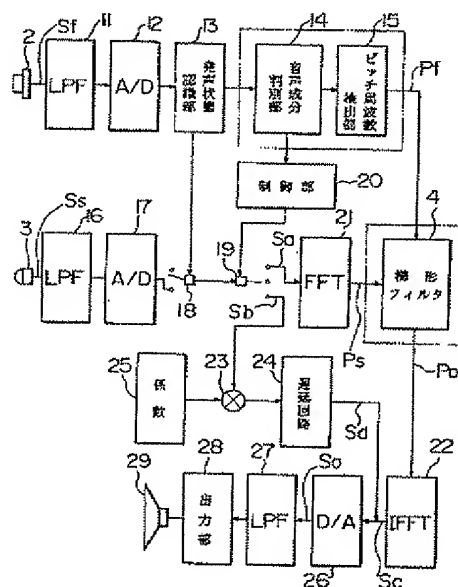
(74) 代理人 弁理士 下田 茂

(54) 【発明の名称】 雑音低減方法

(57) 【要約】

【目的】 高雑音環境下の通信システムにおける通話音声のS/N比と音質を飛躍的に高める。

【構成】 骨伝導マイクロホン2と普通マイクロホン3により音声を同時に検出し、普通マイク3から得る音声信号Ssを有声音成分Saと無声音成分Sbに判別するとともに、有声音成分Saを、例えばフーリエ変換することにより周波数パワースペクトルPsを得る。他方、骨伝導マイク2から得る音声信号Sfに基づいて有声音成分のピッチ周波数Pfを得る。そして、周波数パワースペクトルPsからピッチ周波数Pfに対応する周波数成分Feを抽出し、抽出した周波数パワースペクトルPoを、例えば逆フーリエ変換することにより有声音処理成分Scを得、この有声音処理成分Scに対して無声音成分Sbを所定の大きさに減衰して得た無声音処理成分Sdを加えて音声処理信号Soを得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速度形ピックアップと普通マイクロホンにより音声と同時に検出し、普通マイクロホンから得る音声信号を有声音成分と無声音成分に判別するとともに、有声音成分を周波数パワースペクトルに変換し、他方、加速度形ピックアップから得る音声信号に基づいて有声音成分のピッチ周波数を得、前記周波数パワースペクトルから前記ピッチ周波数に対応する周波数成分を抽出するとともに、抽出した周波数パワースペクトルを音声信号における有声音成分に変換し、この有声音成分と無声音成分又は無声音成分を処理した無声音成分を加えて音声処理信号を得ることを特徴とする雑音低減方法。

【請求項2】 有声音成分をフーリエ変換して周波数パワースペクトルを得るとともに、周波数パワースペクトルを逆フーリエ変換して有声音成分を得ることを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

【請求項3】 周波数パワースペクトルから抽出される周波数成分は、基本周波数乃至予め設定した所定の $n$ 次高調波成分であることを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

【請求項4】 無声音成分は無声音成分を所定の大きさに減衰して得ることを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

【請求項5】 無声音成分は所定時間遅延させることを特徴とする請求項4記載の雑音低減方法。

【請求項6】 遅延させる時間は可変可能であることを特徴とする請求項5記載の雑音低減方法。

【請求項7】 加速度形ピックアップから得る音声信号に基づいて有声音成分と無声音成分を判別し、この判別結果により普通マイクロホンから得る音声信号を有声音成分と無声音成分に選択的に分離することを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

【請求項8】 加速度形ピックアップは骨伝導マイクロホンを用いることを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

【請求項9】 周波数パワースペクトルからの周波数成分の抽出は、楕円フィルタを用いることを特徴とする請求項1記載の雑音低減方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は騒音環境下における通信システムに用いて好適な雑音低減方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、航空機内や船舶のエンジン室内等の騒音環境下で使用する通信システムでは、通常マイクロホンにより音声を検出して、高騒音に基づく雑音もそのまま検出されてしまうため、音声が高騒音に妨害され、通話が著しく困難になる場合がある。

【0003】 このため、従来は雑音低減効果の高い骨伝

導マイクロホン（一般的には加速度形ピックアップ）を用いて音声の検出を行っていた。骨伝導マイクロホンは人体頭部の骨部、例えば、額等に取付けることにより、発声した際に生ずる僅かな骨部の振動を電気的信号に変換し、音声を疑似的に検出するものであり、周囲における高騒音環境の影響は排除される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、骨伝導マイクロホンにより音声を検出する従来の方法は、本来の音声を骨振動を介して疑似的に検出するため、音質面で難点があり、現実には通話音声の明瞭性及び自然性において普通マイクロホンより大きく劣るなど、実用的な通話手段にまで確立されていないのが実情である。

【0005】 本発明はこのような従来の技術に存在する課題を解決したものであり、高騒音環境下の通信システムにおける通話音声の $S/N$ 比を高めると同時に音質を飛躍的に向上させ得る雑音低減方法の提供を目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る雑音低減方法は、骨伝導マイクロホン（以下、骨伝導マイクと記す）2等の加速度形ピックアップと普通マイクロホン（以下、普通マイクと記す）3により音声と同時に検出し、普通マイク3から得る音声信号 $S_s$ を有声音成分（母音成分） $S_a$ と無声音成分（子音成分） $S_b$ に判別するとともに、有声音成分 $S_a$ を周波数パワースペクトル $P_s$ に変換し、他方、骨伝導マイク2から得る音声信号 $S_f$ に基づいて有声音成分のピッチ周波数 $P_f$ を得、前記周波数パワースペクトル $P_s$ から前記ピッチ周波数 $P_f$ に対応する周波数成分を抽出するとともに、抽出した周波数パワースペクトル $P_o$ を音声信号における有声音成分 $S_c$ に変換し、この有声音成分 $S_c$ に対して無声音成分 $S_b$ 、望ましくは無声音成分 $S_b$ を所定の大きさに減衰して得た無声音成分 $S_d$ を加えて音声処理信号 $S_o$ を得ることを特徴とする。この場合、有声音成分 $S_a$ から周波数パワースペクトル $P_s$ への変換はフーリエ変換により、周波数パワースペクトル $P_o$ から有声音成分 $S_c$ への変換は逆フーリエ変換により行うことが望ましい。また、周波数パワースペクトル $P_s$ から抽出される周波数成分は、基本周波数乃至所定の $n$ 次高調波成分となるように予め設定する。なお、無声音成分 $S_d$ は所定時間遅延させることができ、この遅延時間は可変可能である。また、音声信号 $S_s$ に対する有声音成分 $S_a$ と無声音成分 $S_b$ の分離は、骨伝導マイク2から得る音声信号 $S_f$ に基づいて有声音成分と無声音成分を判別し、この判別結果により行う。さらにまた、周波数パワースペクトル $P_s$ からの周波数成分の抽出は楕円フィルタ4を利用できる。

## 【0007】

【作用】 本発明に係る雑音低減方法によれば、高騒音環

境下における音声は骨伝導マイク2と普通マイク3によって同時に検出される。そして、骨伝導マイク2から得られる音声信号Sfに基づいて有声音成分と無声音成分が判別され、この判別結果により、普通マイク3から得られる音声信号Ssが有声音成分Saと無声音成分Sbに判別される。

【0008】これにより、無声音成分Sbは、雑音成分を低減すべく所定の大きさに減衰されるとともに、さらに、所定時間遅延されて無声音処理成分Sdとなる。

【0009】他方、音声信号Ssの有声音成分Saは、例えば、フーリエ変換法により周波数パワースペクトルPsに変換され、この周波数パワースペクトルPsは楕円形フィルタ4の入力側に供給される。一方、骨伝導マイク2側の信号処理系では、音声信号Sfから有声音成分のピッチ周波数Pfを得、このピッチ周波数Pfは楕円形フィルタ4の制御端子に付与される。この結果、楕円形フィルタ4の出力には周波数パワースペクトルPsからピッチ周波数Pfに対応する周波数成分が抽出され、この周波数成分に基づく周波数パワースペクトルPoは、例えば、逆フーリエ変換され、これにより、雑音成分の除去された有声音処理成分Scを得る。なお、周波数パワースペクトルPsから抽出されるピッチ周波数Pfに対応する周波数成分は、基本周波数乃至予め設定する所定のn次高調波成分（例えば、第三次高調波成分程度）までで十分である。

【0010】よって、無声音処理成分Sdと成分有声音処理成分Scを加えれば、目的の音声処理信号Soが得られる。この音声処理信号Sdは普通マイク3から得られる音声信号Ssに対して雑音低減処理した信号である。

【0011】

【実施例】次に、本発明に係る好適実施例を挙げ、図面に基づき詳細に説明する。

【0012】まず、本発明に係る雑音低減方法を実施できる信号処理装置1について、図1を参照して説明する。

【0013】図1において、2は人体の額等に付設する骨伝導マイク（加速度形ピックアップ）であり、この骨伝導マイク2はローパスフィルタ11の入力側に接続する。ローパスフィルタ11の出力側はアナログ-デジタル変換器12の入力側に接続するとともに、同変換器12の出力側は発声状態認識部13に接続する。さらに、同認識部13の出力側は有声音成分と無声音成分を判別する音声成分判別部14の入力側に接続するとともに、同判別部14はピッチ周波数を検出するピッチ周波数検出部15に接続する。そして、同検出部15は楕円形フィルタ4の制御端子に接続する。

【0014】一方、3はダイナミックマイクロホン、コンデンサマイクロホン等で代表される発声音を直接検出する普通マイクであり、この普通マイク3はローパスフ

ィルタ16の入力側に接続する。同フィルタ16の出力側はアナログ-デジタル変換器17の入力側に接続するとともに、同変換器17の出力側は第一切換スイッチ18の一方の接点部に接続する。第一切換スイッチ18は前記発声状態認識部13の認識結果に基づいて切換えられる。また、同切換スイッチ18の他方の接点部は第二切換スイッチ19の可動接点部に接続する。第二切換スイッチ19は前記音声成分判別部14の判別結果により制御回路20を介して切換えられる。さらにまた、第二切換スイッチ19における一方の固定接点部は高速フーリエ変換器21の入力側に接続し、同変換器21の出力側は楕円形フィルタ4の入力側に接続する。そして、楕円形フィルタ4の出力側は逆フーリエ変換器22の入力側に接続する。

【0015】他方、第二切換スイッチ19における他方の固定接点部は減衰回路23の入力側に接続するとともに、同回路23の出力側は遅延回路24の入力側に接続する。なお、減衰回路23には係数器25を接続する。

【0016】そして、遅延回路24の出力側と前記逆フーリエ変換器22の出力側は、共にデジタル-アナログ変換器26の入力側に接続するとともに、同変換器26の出力側はローパスフィルタ27を介して出力部28の入力側に接続し、出力部28の出力側は音声出力するスピーカ29に接続する。

【0017】次に、信号処理装置1を用いた本発明に係る雑音低減方法について、図1及び図2を参照して説明する。

【0018】まず、音声は骨伝導マイク2と普通マイク3により同時に検出される。

【0019】骨伝導マイク2から得られる音声信号Sfはローパスフィルタ11により高域周波数成分が除去され、アナログ-デジタル変換器12によりデジタル信号に変換される。そして、発声状態認識部13により発声状態であるか否かを認識する。発声状態の認識は音声信号Sfに基づく電圧が所定のしきい値以上発生しているか否かによって認識できる。

【0020】他方、普通マイク3から得られる音声信号Ssはローパスフィルタ16により高域周波数成分が除去され、アナログ-デジタル変換器17によりデジタル信号に変換されるとともに、第一切換スイッチ18の一方の接点部に付与される。

【0021】これにより、発声状態認識部13が音声信号Sfを認識すれば、第一切換スイッチ18はONに切換制御され、音声信号Ssは第一切換スイッチ18を通して第二切換スイッチ19の可動接点部に付与される。なお、発声状態認識部13が発声を認識しなければ、第一切換スイッチ18はOFFに切換制御され、音声信号Ssの入力が遮断される。

【0022】一方、発声状態認識部13を通過した音声信号Sfは音声成分判別部14に付与され、有声音成分

と無声音成分とが判別される。この場合、判別は精度の高い自己相関法により行われる。即ち、有声音成分は声帯の基本周波数（ピッチ周波数）の高調波からなり、母音成分として特徴づけられるとともに、無声音成分はランダムな雑音成分からなり、子音成分として特徴づけられる。また、有限な離散信号における自己相関関数 $\Phi(k)$ の一般式に基づいて、音声信号 $Sf$ の自己相関を求めると、 $k=0$ において最大値をとる周期関数となり、 $k \neq 0$ の部分での極大値 $\Phi(t_1)$ を見付けることにより、音声信号 $Sf$ 中、最も優勢な周期が得られる。よって、優勢な周期と $\Phi(t_1)$ の値により有声音成分と無声音成分の判別を行うことが可能となる。なお、具体的には、しきい値を設け、 $\Phi(t_1)$ の値がしきい値より大きく、かつ優勢な周期がある周波数の範囲内の値である場合、優勢な周期は音声信号の基本周期と判断し、その音声信号は有声音成分とみなすとともに、それ以外の場合は無声音成分とみなしている。

【0023】そして、音声信号 $Sf$ が無声音成分の場合には、第二切換スイッチ19は減衰回路23側に切換えられ、入力する音声信号 $Ss$ 、つまり、無声音成分 $Sb$ は減衰回路23に供給される。無声音成分 $Sb$ は減衰回路23により「1」以下の係数（望ましくは $1/5 \sim 1/10$ ）に基づいて減衰され、さらに、遅延回路24を介して遅延される。これにより、無声音処理成分 $Sd$ を得、同成分 $Sd$ はデジタルアナログ変換器26の入力側に付与される。なお、減衰回路23の減衰量は係数器25によって任意に設定でき、望ましくは、雑音成分を低減できる減衰量を選定する。無声音成分 $Sb$ をこのように処理する理由は次の通りである。高騒音環境下で発声した音声であっても有声音成分であれば、自己相関法によりピッチ周波数を検出し、それに従ってスペクトル・サブトラクションを行えば、 $S/N$ 比の高い音声を得られる。ところが、無声音成分ランダム雑音のような非周期的な雑音成分が重なった場合、無声音成分と雑音成分は性質がよく似ていることから $S/N$ 比の向上は容易なことではない。そこで、音声信号が無声音成分と判別された場合には、上述した適当な係数（任意に可変可能）を無声音成分 $Sb$ に乗じて減衰させ、疑似子音成分である無声音処理成分 $Sd$ として出力する。なお、遅延回路24は後述する有声音成分 $Sa$ 側の処理速度に対するタイミングを調整するものである。

【0024】他方、音声信号 $Sf$ が有声音成分の場合には、第二切換スイッチ19は高速フーリエ変換器21側に切換えられ、入力する音声信号 $Ss$ 、つまり、有声音成分 $Sa$ は高速フーリエ変換器21に供給される。なお、第二切換スイッチ19の切換制御は制御部20を介して行われ、なめらかな高速切換が実現される。そして、有声音成分 $Sa$ は高速フーリエ変換器21によりフーリエ変換されるとともに、フーリエ変換により得る周波数パワースペクトル $Ps$ は、楕円フィルタ4の入力側

に供給される。

【0025】一方、音声成分判別部14の判別結果が有声音成分の場合にはピッチ周波数検出部15によりピッチ周波数 $Pf$ が求められ、このピッチ周波数 $Pf$ は楕円フィルタ4の制御端子に付与される。

【0026】楕円フィルタ4はピッチ周波数 $Pf$ に制御され、ピッチ周波数 $Pf$ とピッチ周波数の高調波成分を中心周波数とした一定の通過帯域幅を有するフィルタを構成する。また、楕円フィルタ4はピッチ周波数 $Pf$ の変化に対応した通過帯域幅が任意に設定される。

【0027】この結果、図2に示すように、楕円フィルタ4によって、周波数パワースペクトル $Ps$ からピッチ周波数 $Pf$ に対応する周波数成分が抽出され、抽出された周波数パワースペクトル $Po$ は逆フーリエ変換器22により逆フーリエ変換される。これにより、雑音成分の除去された有声音処理成分 $Sc$ を得、デジタルアナログ変換器26の入力側に付与される。なお、周波数パワースペクトル $Ps$ から抽出される周波数成分は、基本周波数乃至予め設定した所定の $n$ 次高調波成分までであり、通常は第三次高調波成分までで十分となる。

【0028】そして、デジタルアナログ変換器26の入力側において所定時間だけ遅延された無声音処理成分 $Sd$ と有声音処理成分 $Sc$ が加えられ、これにより、普通マイク3から得る音声信号 $Ss$ に対して雑音低減処理及び時間調整処理を行った音声処理信号 $So$ が得られるとともに、この音声処理信号 $So$ は同変換器26によりアナログ信号に変換され、ローパスフィルタ27、出力部28を介し、スピーカ29から音声として出力される。

【0029】以上、実施例について詳細に説明したが、本発明はこのような実施例に限定されるものではない。例えば、音声信号は切換スイッチに分離して有声音成分と無声音成分を得たが、分離しなくてもよい。また、周波数パワースペクトルへの変換はフーリエ変換以外の方法を用いても勿論よい。その他、細部の回路構成、手法等において本発明の要旨を逸脱しない範囲で任意に変更できる。

【0030】

【発明の効果】このように、本発明に係る雑音低減方法は加速度形ピックアップと普通マイクにより音声を同時に検出し、普通マイクから得る音声信号を有声音成分と無声音成分に判別するとともに、有声音成分を周波数パワースペクトルに変換し、他方、加速度形ピックアップから得る音声信号に基づいて有声音成分のピッチ周波数を得、前記周波数パワースペクトルからピッチ周波数に対応する周波数成分を抽出するとともに、抽出した周波数パワースペクトルを音声信号における有声音処理成分に変換し、この有声音処理成分と無声音成分又は無声音成分を減衰して得た無声音処理成分を加えて音声処理信号を得るようにしたため、高騒音環境下の通信システム

における通話音声のS/N比を高めることができるとともに、同時に通話音声の音質、即ち、音声の明瞭性及び自然性を飛躍的に向上できる。

【箇面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る雑音低減方法を実施できる信号処理装置のブロック回路図、

【図2】周波数パワースペクトルを示す作用説明図、

【符号の説明】

2 骨伝導マイク

3 普通マイク

4 楕円フィルタ

S<sub>s</sub> 音声信号

S<sub>f</sub> 音声信号

S<sub>a</sub> 有声音成分

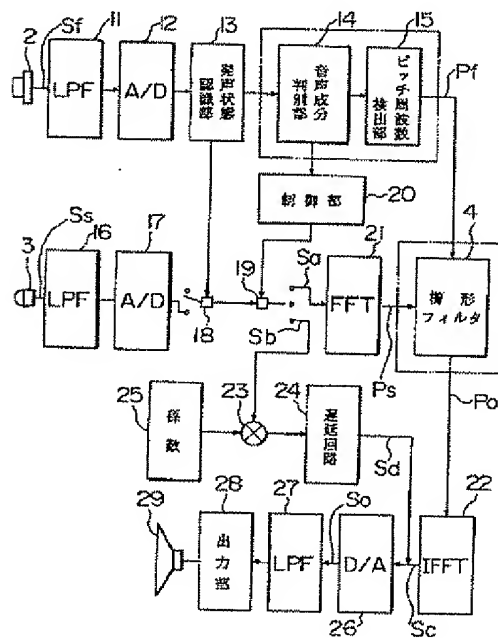
S<sub>b</sub> 無声音成分

S<sub>c</sub> 有声音処理成分

S<sub>d</sub> 無声音処理成分

S<sub>o</sub> 音声処理信号

【図1】



【図2】

